

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関
国際事務局



(43)国際公開日
2004年7月29日 (29.07.2004)

PCT

(10)国際公開番号
WO 2004/064167 A1

(51)国際特許分類:

H01L 31/042

(NAKATA,Toshinobu) [JP/JP]; 〒668-0817 兵庫県 豊岡市 六地蔵257-1 Hyogo (JP). 山岸 英雄 (YAMAGISHI,Hideo) [JP/JP]; 〒610-0300 京都府 京田辺市 田辺狐川153-1 Kyoto (JP).

(21)国際出願番号:

PCT/JP2004/000009

(22)国際出願日:

2004年1月5日 (05.01.2004)

(25)国際出願の言語:

日本語

(74)共通の代表者: 鐘淵化学工業株式会社 (KANEKA CORPORATION); 〒530-8288 大阪府 大阪市北区 中之島3丁目2-4 Osaka (JP).

(26)国際公開の言語:

日本語

(30)優先権データ:

特願2003-003956 2003年1月10日 (10.01.2003) JP

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): 鐘淵化学工業株式会社 (KANEKA CORPORATION) [JP/JP]; 〒530-8288 大阪府 大阪市北区 中之島3丁目2-4 Osaka (JP).

(72)発明者; および

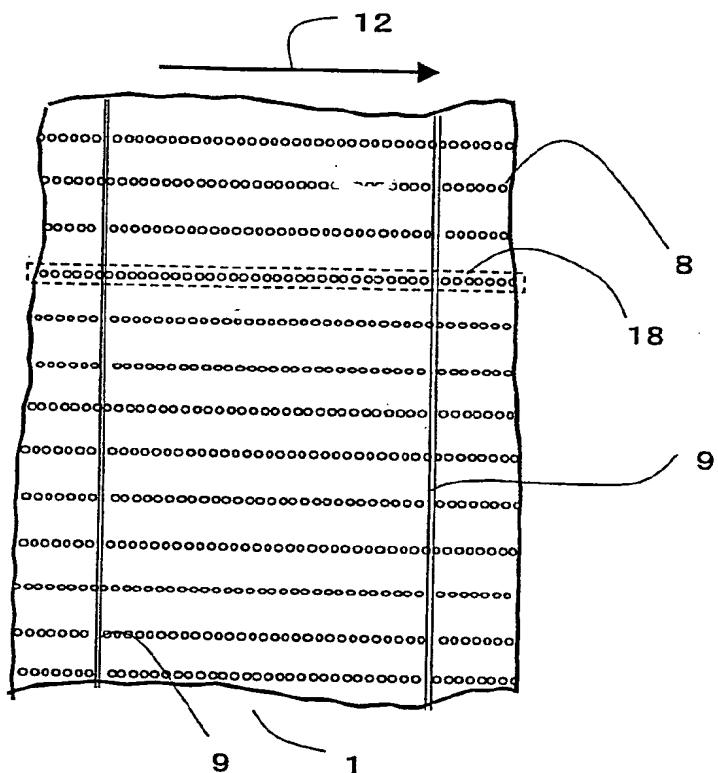
(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 中田 年信

(81)指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: TRANSPARENT THIN-FILM SOLAR CELL MODULE AND ITS MANUFACTURING METHOD

(54)発明の名称: 透光性薄膜太陽電池モジュールおよびその製造方法



(57) Abstract: A high-output, high-transparency, good-appearance thin-film solar cell module comprising photoelectric transducing cells interconnected in series and each composed of a first electrode layer, a semiconductor layer, and a second electrode layer, the layers being formed sequentially on a major surface of an insulating transparent substrate, and transparent holes being so made where at least the second electrode layer is removed. The module is characterized in that the diameter of the transparent holes ranges from 30 to 500 μm , and the holes are arranged on a line at center-to-center intervals of 1.01 to 2 times the diameter.

(57) 要約: 絶縁透光性基板の一主面上に順に積層された第1電極層、半導体層、および第2電極層からなる直列接続された複数の光電変換セルを含み、少なくとも第2電極層が除去された複数の透光性開口穴を含む透光性薄膜太陽電池モジュールであって、透光性開口穴の直径が $30 \mu\text{m} \sim 500 \mu\text{m}$ の大きさであって、その直径の 1.01 倍から 2 倍の中心点間距離にて線上に配置されることを特徴とする高出力、高透光性で外観に優れた薄膜太陽電池モジュールとその製造方法

WO 2004/064167 A1



(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ヨーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドスノート」を参照。

明細書

透光性薄膜太陽電池モジュールおよびその製造方法

技術分野

本発明は、薄膜太陽電池モジュールに関し、特に透光性を有し該モジュールを介して背景を視認可能で、透光スクリーンとして使用可能な透光性薄膜太陽電池モジュールに関する。

背景技術

薄膜太陽電池は一般に、図3に示す構造を有する集積型薄膜太陽電池11として形成することが多い。図3において、光電変換セル10は、絶縁透光性基板2上において、第1電極層3、半導体層4、および第2電極層5を順次積層した構造を有している。すなわち、集積型薄膜太陽電池11においては、絶縁透光性基板2側または第2電極層5側から入射する光が、半導体層4に含まれる光電変換ユニットによって光電変換される。

図3に示す集積型薄膜太陽電池11には、上記薄膜を分割する第1、第2の分離溝21、22と接続溝23とが設けられている。これら第1、第2の分離溝21、22及び接続溝23は、互いに平行であって、図3の断面図の紙面に対して垂直な方向に延在している。

第1の分離溝21は、第1電極層3をそれぞれの光電変換セル10に対応して分割しており、第1電極層3と半導体層4との界面に開口を有し且つ絶縁透光性基板2の表面を底面としている。この第1の分離溝21は、半導体層4を構成するシリコン系薄膜によって埋め込まれており、隣り合う第1電極層同士を電気的に絶縁している。

第2の分離溝22は、第1の分離溝21から離れた位置に設けられている。第2の分離溝22は、半導体層4、及び第2電極層5をそれぞれのセル10に対応して分割しており、第2電極層5と樹脂封止層6との界面に開口を有し且つ第1電極層3の表面を底面としている。この第2の分離溝22は、封止樹脂層6によって埋め込まれており、隣り合うセル10間で第2電極層5同士を電

気的に絶縁している。

接続溝 2 3 は、第 1 の分離溝 2 1 と第 2 の分離溝 2 2 との間に設けられている。接続溝 2 3 は、半導体層 4 を分割しており、半導体層 4 と第 2 電極層 5 との界面に開口を有し且つ第 1 電極層 3 の表面を底面としている。この接続溝 2 5 3 は、第 2 電極層 5 を構成する導電材料で埋め込まれており、隣り合うセル 1 0 の一方の第 2 電極層 5 と他方の第 1 電極層 3 とを電気的に接続している。すなわち、接続溝 2 3 及びそれを埋め込む導電材料は、絶縁透光性基板 2 上に並置されたセル 1 0 同士を直列接続する役割を担っている。

これら第 1 、第 2 の分離溝 2 1 と 2 2 とにより挟まれ接続溝 2 3 を各々 1 本 10 含む領域は光電変換に寄与しない領域で、一般に接続領域 9 と呼ばれる。

従来、透光性を有する太陽電池モジュールとして、透光性を有する開口部分を、光電変換が行われる活性領域であるセル領域内に設ける方法と、セル領域外に設ける方法が提案されている。一般に、前者のセル領域内に開口部分を設ける方が、太陽電池モジュール面内に開口部分を緻密に配置可能なので、目視 15 ではモジュール全面に均一な、優れた透光性及び外観のモジュールとなる。

ここで、モジュール内の開口部分の形態としては、特定な形状の繰り返し、例えばハニカム形状が、透光性を有する開口穴の形態として提案されている（米国特許 4, 795, 500 号）。また、等間隔で平行な直線状の開口溝も、透光性を有する開口部分として提案されている（米国特許 5, 254, 179 20 号）。

これらの開口部分の形成方法としては、レーザスクライプ法、ウェットエッチング法、ドライエッティング法、リフトオフ法、ワイヤマスク法等が使用可能であるが、薄膜太陽電池モジュールの場合には、パルスレーザ光を基板に対して相対的に走査し、基板上の薄膜を加工、即ちパターニングする所謂レーザスクライプ法が適用できる。集積型薄膜太陽電池モジュールの製造においては、光電変換セルを直列接続するためのパターニング工程と、透光性を有する開口部分を形成するためのパターニング工程とを、レーザスクライプ法により同様 25

の装置により実施することが可能である（特開平04-348570号）。

ところで、薄膜太陽電池では、その製造工程の最終段階近くで、1つの光電変換セルの第1電極層と第2電極層との間に、逆バイアス電圧を印加し光電変換セル内の短絡欠陥部を除去する「逆バイアス処理」と称する方法で、太陽電池特性を向させることが一般的である（特開2000-277775、特開2001-053302）。

モジュール内の透光性開口部分を開口穴として形成する場合、隣り合う開口穴同士の間隔を十分短くしなければ、これら開口穴が不連続に視認され、透光性薄膜太陽電池モジュールを介して観察される背景または映像は、その輝度および解像度が不十分で、不鮮明となってしまうという問題がある。さらに、開口穴が小さ過ぎると透光性が急激に低下し、開口穴が大きすぎると外観や太陽電池出力の点で問題がある。

逆に、モジュール内の透光性開口部分を開口溝として形成する場合、第2電極層が開口溝で除去されているため、1つの光電変換セルの第2電極層が複数個に分割されているため、「逆バイアス処理」が十分に行えないという問題がある。

また、モジュール内の透光性開口部分を開口溝として形成する場合、レーザスクライプ法で透光性を有する開口穴を連続的に配列することでこの開口溝を形成するためには、レーザ光照射間隔をレーザ光照射によって形成される透光性開口穴の大きさより短くする必要があり、レーザ光の走査速度が制限される。

さらに、透光性薄膜太陽電池モジュールに対する透光性を有する開口穴の割合を増大させると、明瞭な像を得ることができるが、光電変換特性は低下してしまう。

発明の開示

本発明者等は上記課題に鑑み銳意検討を行った結果、絶縁透光性基板の一主面上に順に積層された第1電極層、半導体層、および第2電極層を含む多層膜を含み、直列接続された複数の光電変換セルを含み、前記セル領域に、少なく

とも前記第2電極層が除去された複数の透光性開口穴を含む透光性薄膜太陽電池モジュールであって、前記透光性開口穴の直径が $30\text{ }\mu\text{m}\sim300\text{ }\mu\text{m}$ の大きさであって、複数の前記透光性開口穴が、その直径の1.01倍から2倍の中心点間距離にて線上に配置されてなることを特徴とする透光性薄膜太陽電池モジュールとすることで、背景の不鮮明化問題が著しく減少し、かつ、逆バイアス処理が十分に実施できるので出力が高い、外観に優れた透光性薄膜太陽電池モジュールとなることを見出した。

このような透光性開口穴は、第1電極層、半導体層、および第2電極層を含む多層膜にレーザ光を照射し形成する方法において、レーザ光をQスイッチにより間歇的に照射しながら多層膜に対して走査する方法で形成することができる。

透光性及び生産性の点からは、複数の前記透光性開口穴が、その直径の1.01倍から1.5倍の間隔にて線上に配置されてなる透光性薄膜太陽電池モジュールとすることが好ましい。

モジュール全面に均一に高い透光性を持たせるためには、前記透光性開口穴の直径を $100\text{ }\mu\text{m}\sim300\text{ }\mu\text{m}$ とすると良い。

透光性及びモジュール出力の点からは、前記セル領域に対する、前記透光性開口穴合計の、面積比率を5%~30%とすると良い。

モジュール外観上、前記透光性開口穴が、前記光電変換セルの直列接続方向に、好ましくは直線上に配置され、さらに好ましくは等間隔で互いに平行な直線上に配置される。

上記のような透光性薄膜太陽電池モジュールは、前記多層膜上に、高い透過率及び耐候性を有するフッ素系樹脂又はガラスを、裏面封止材料として配することにより、信頼性に優れたものとなる。

また、透光性開口穴の形成後に、逆バイアス処理することにより高変換効率の透光性薄膜太陽電池モジュールの製造が可能となる。

図面の簡単な説明

図 1：本発明の透光性薄膜太陽電池モジュール 1 を概略的に示す平面図

図 2：孤立した透光性開口穴 8 が直線上に配置された開口部 1 8 を概略的に示す平面図

5 図 3：集積型薄膜太陽電池 1 1 を概略的に示す断面図

符号の説明

- 1 透光性薄膜太陽電池モジュール
- 2 絶縁透光性基板
- 3 第 1 電極層
- 10 4 半導体層
- 5 第 2 電極層
- 6 封止樹脂層
- 7 裏面封止材料
- 8 透光性開口穴
- 15 9 接続領域
- 10 光電変換セル
- 11 集積型薄膜太陽電池
- 12 集積方向
- 17 透光性開口穴 8 が直線上に連続して配置された開口溝
- 20 18 孤立した透光性開口穴 8 が直線上に配置された開口部
- 21 第 1 の分離溝
- 22 第 2 の分離溝
- 23 接続溝
- 8 1 透光性開口穴 8 の直径
- 25 8 2 透光性開口穴 8 の穴中心間距離

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施形態について、図1、図2及び図3の図面を参照しながらより詳細に説明する。なお、本願の各図において同一の参照符号は同一部分または相当部分を示し、重複する説明は繰り返されない。

5 絶縁透光性基板2としては、例えば、ガラス板や透明樹脂フィルムなどを用いることができる。ガラス板としては、大面積な板が安価に入手可能で透明性、絶縁性が高い、 SiO_2 、 Na_2O 及び CaO を主成分とする両主面が平滑なフロート板ガラスを用いることができる。

絶縁透光性基板2側から半導体層4内に光が入射する場合には、第1電極層
10 3は、ITO(インジウム・錫酸化物)膜、 SnO_2 膜、或いは ZnO 膜のような透明導電性酸化物等で構成することができる。逆に、第2電極層5側から半導体層4内に光が入射する場合には、第1電極層3は、銀膜やアルミニウム膜のような金属層で構成することができる。また、第1電極層3は多層構造であっても良い。第1電極層3は、蒸着法、CVD法、或いはスパッタリング法等それ自体既知の気相堆積法を用いて形成することができる。第1電極層3の表面には、微細な凹凸を含む表面テクスチャ構造を形成することにより、光電変換ユニットを形成する半導体層4への光の入射効率を向上させることができる。

20 半導体層4としては、たとえば非晶質光電変換層を含む非晶質薄膜光電変換ユニットや、結晶質光電変換層を含む結晶質薄膜光電変換ユニットを形成し得る。また、半導体層4は、非晶質薄膜光電変換ユニットと結晶質薄膜光電変換ユニットとを含むタンデム型、さらにはトリプル型としてもよい。この場合、非晶質光電変換ユニットは、たとえば第1電極層3側からp型シリコン系半導体層、ノンドープシリコン系非晶質光電変換層、およびn型シリコン系半導体層を順次積層した構造を有し得る。また、結晶質光電変換ユニットは、たとえば非晶質光電変換ユニット側からp型シリコン系半導体層、ノンドープシリコ

ン系結晶質光電変換層、およびn型シリコン系半導体層を順次積層した構造を有し得る。これらのいずれの半導体層も、プラズマCVD法により形成され得る。

第2電極層5は電極としての機能を有するだけでなく、絶縁透光性基板2側から光を入射する場合には、半導体層4に入射し第2電極層5まで到着した光を反射して、半導体層4内に再入射させる反射層としての役割をも果たす。第2電極層5は、銀やアルミニウムなどを用いて、蒸着法やスパッタリング法などによって形成することができる。なお、第2電極層5と半導体層4との間には、たとえば両者の間の接着性を向上させるために、ZnOのような非金属材料からなる透明電導性薄膜（図示せず）を挿入してもよい。また、第2電極層5側から光を入射する場合には、第2電極層5は、ITO膜、SnO₂膜、またはZnO膜のような透明導電性酸化物等で構成することができる。

上述の透光性薄膜太陽電池モジュール1は、以下の方法により製造することができる。

最初に、絶縁透光性基板2の一主面上の全面に、第1電極層3を製膜した後、例えばYAG基本波レーザ光を照射して第1電極層3を短冊状に分割する第1の分離溝21を形成する。

さらに、半導体層4上に第2電極層5を堆積する。この第2電極層5の堆積に伴って、接続溝23は第2電極層と同じ金属材料で埋め込まれ、第2電極層5と第1電極層3とが電気的に接続される。次に、半導体層4と第2電極層5に対するレーザスクライブによって第2の分離溝22を形成する。

次に、第1の分離溝21が形成された第1電極層3にわたって半導体層4としてアモルファスシリコン及び／又は多結晶シリコンを、プラズマCVD法などでp型、i型、n型の順に1回以上積層した後、例えばYAG第2高調波レーザ光を照射して半導体層4を短冊状に分割する接続溝23を形成する。

引き続き、接続溝23が形成された半導体層4にわたって第2電極層5として、例えば透明電導性薄膜及び金属膜をこの順にスパッタ法等で製膜した後、

例えばYAG第2高調波レーザ光を絶縁透光性基板2側から照射して第2電極層5を短冊状に分割する第2の分離溝22を形成する。

また、例えば絶縁透光性基板2側からYAG基本波及び第2高調波レーザ光を照射しながら走査し、第1電極層3、半導体層4および第2電極層5を除去することにより、絶縁透光性基板2周囲からセル領域を分離し、セル領域の周囲からの絶縁性を確保した。

このようにして、絶縁透光性基板2の一主面上に順に積層された第1電極層3、非晶質及び／又は多結晶シリコン系半導体からなる半導体層4、第2電極層5を含む多層膜を含み、直列接続された複数の光電変換セル10及び複数の接続領域9を含むセル領域を含む、複数の同一形状の短冊状光電変換セル10が直列接続された集積型薄膜太陽電池11が形成される。

最後に、前記のように形成された集積型薄膜太陽電池11に、例えば絶縁透光性基板2側からYAG第2高調波レーザ光を照射しながら走査し、前記の裏面電極膜5の分割と同様の方法で、図1に示す複数の透光性開口穴8を形成する。

この透光性開口穴8は、図2に示すように不連続であって孤立した透光性開口穴8が直線上に配置された開口部18となるように形成される、またその直径81が $30\text{ }\mu\text{m} \sim 500\text{ }\mu\text{m}$ の大きさであって、さらにその中心点間距離82がその直径81の1.01倍から2倍の間隔になるように形成される。該開口穴8の配列は略線上とするが、生産性等の観点から上記のように略一直線上とするのが好ましい。

透光性開口穴8の中心点間距離82がその直径81の2倍より大きな場合、透光性開口穴8の間に存在する不透光部分が顕著に認識される。透光性開口穴8の中心点間距離82がその直径81の2倍以下である場合、目視で5m程度の距離から不連続な孤立した透光性開口穴8が直線上に配置された開口部18は連続的な透光溝として知覚される。また、透光性開口穴8の中心点間距離82が直径81の1.01倍未満である場合、透光性開口穴8間に残留した半導

体層4および第2電極層5が、レーザスクライブによる熱の影響を強く受け、剥離等が発生する脆い状態になるとともに、この部分が光電変換セル10の欠陥となり、透光性薄膜太陽電池モジュール1の出力低下の原因となる。さらに好ましくは、透光性開口穴8の中心点間距離82は直径81の1.5倍以下で
5あり、この場合、目視で1mの距離から不連続な孤立した透光性開口穴8が直線上に配置された開口部18は連続的な透光溝として知覚される。

また、透光性開口穴8の直径81は $30\text{ }\mu\text{m}\sim 500\text{ }\mu\text{m}$ とする。直径81が $30\text{ }\mu\text{m}$ 未満である場合、透光性薄膜太陽電池モジュール1に透光性を付与することが実質的にできない。また、直径81が $500\text{ }\mu\text{m}$ を超える場合、レ
10ーザスクライブにおいて非常に大きなレーザパワー必要となり、レーザ光の出射装置および付随する光学系が非常に高価なものとなる。透光性開口穴8の直径81が $50\text{ }\mu\text{m}\sim 300\text{ }\mu\text{m}$ の範囲で凡そ実質的な生産が可能となりさらに好ましい。最も好ましい透光性開口穴8の直径81の範囲は $100\text{ }\mu\text{m}\sim 300\text{ }\mu\text{m}$ で、十分な透光性を有する透光性薄膜太陽電池モジュール1を、現在安
15価に市販されているパルスレーザスクライブ加工装置を用いて場合、最適なバランスの加工条件で製造可能である。

セル領域の面積に対する、透光性開口穴8の合計面積の、面積比率、いわゆる開口率は $1\%\sim 50\%$ が好ましい。開口率が 1% 未満の場合には、透光性薄膜太陽電池モジュール1の透光性が不十分である。また、開口率が 50% を超
20える場合には、透光性薄膜太陽電池モジュール1の出力が不十分である。開口率の好ましい範囲は $5\%\sim 30\%$ である。開口率が 5% 以上であれば、晴天時に直射日光をカットしつつ屋内に十分な採光が可能であり、また、開口率が 30% 以下であれば、十分に透光性薄膜太陽電池モジュール1の出力が確保できる。最も好ましい開口率の範囲は $10\%\sim 20\%$ であり、開口率が 10% 以上
25であれば、透光性薄膜太陽電池モジュール1を透光型スクリーンとして使用しても十分な輝度と解像度の画像を得ることができ、また、開口率が 20% 以下の割合であれば、透光性薄膜太陽電池モジュール1を一般的の太陽電池モジュー

ルとして扱っても出力的に遜色がなくなる。

上述した開口率と関係して、孤立した透光性開口穴 8 が線上に配置された開口部 1 8 の隣接する開口部 1 8 同士の間隔は、透光性薄膜太陽電池モジュールを介して観察される背景または映像が、その輝度および解像度が十分に鮮明となるよう 0. 5 mm ~ 3 mm が好ましく、生産性の観点を加味すると 0. 8 mm ~ 1. 5 mm が特に好ましい。

また、集積型薄膜太陽電池 1 1 に透光性開口穴 8 を形成させるためのレーザスクライプは、同時に複数のレーザ光を多層膜が積層された絶縁透光性基板 2 のそれぞれ異なる部分に照射することにより実施することができる。1つのレーザ光を走査して透光性開口穴 8 を絶縁透光性基板 2 の全面に形成する場合には、レーザ光の走査時間が著しく長くなり実質的に生産が困難となる。

次に、孤立した透光性開口穴 8 が直線上に配置された開口部 1 8 を集積型薄膜太陽電池 1 1 に形成した後、互いに隣接する光電変換セル 1 0 の第 2 電極層 5 の間に逆バイアス電圧を印加することによって、光電変換セル 1 0 中の短絡欠陥部を除去する逆バイアス処理を行った。

具体的な逆バイアス処理の条件としては、最初のステップで前記電圧が 0 ~ 2 V の範囲の 60 Hz 正弦波を 0. 1 秒間印可し流れる電流のピーク値が 0. 05 A 未満の場合には処理終了とし、0. 05 A 以上の場合は次のステップの電圧を印可した。2番目のステップでは前記電圧が 0 ~ 4 V の範囲の 60 Hz 正弦波を 0. 1 秒間印可し流れる電流のピーク値が 0. 05 A 未満の場合には処理終了とし、0. 05 A 以上の場合は次のステップの電圧を印可した。3番目のステップでは前記電圧が 0 ~ 6 V の範囲の 60 Hz 正弦波を 0. 1 秒間印可し流れる電流のピーク値が 0. 1 A 未満の場合には処理終了とし、0. 1 A 以上の場合は次のステップの電圧を印可した。4番目のステップでは前記電圧が 0 ~ 8 V の範囲の 60 Hz 正弦波を 0. 1 秒間印可した。

最後に、電力取り出し用の電極を両端の光電変換セル 1 0 付近に配し、透光性樹脂の封止樹脂層 6 と、色彩のない透光性の裏面封止材料 7 とを、第 2 電極

層 5 上に順に重ね合わせた状態で真空ラミネーション装置を用い加熱真空封止を行なった。ここで、絶縁透光性基板 2 側から入射した太陽光の一部が透光性開口穴 8 を介して透光性薄膜太陽電池モジュール 1 の裏面封止材料 7 側に透過するように、また透光性薄膜太陽電池モジュール 1 の耐候性を十分なものとするために、封止樹脂層 6 としては EVA (E th y l e n e V i n y l A c e t a t e) 等が、裏面封止材料 7 としてはガラス、弗素系樹脂フィルム等の、色彩のない材料を用いると良い。このようにして作製した透光性薄膜太陽電池モジュール 1 の太陽電池性能を測定した。

実施例

10 以下、本発明を比較例とともにいくつかの実施例に基づいて詳細に説明するが、本発明はその趣旨を超えない限り以下の記載例に限定されるものではない。

上述した実施の形態に従い、孤立した透光性開口穴 8 が直線上に配置された開口部 18 が配置された透光性薄膜太陽電池モジュール 1 を作製した。

まず、910 mm × 910 mm の面積と 5 mm の厚さを有するガラス基板 2 上に、透明導電膜 3 として、熱 CVD 法による厚さ約 700 nm の SnO₂ 膜を製膜した。この SnO₂ 膜 3 に対して、SnO₂ 膜 3 側から YAG 基本波レーザ光ビームを照射することにより、第 1 の分離溝 21 をパターンニング加工形成した。第 1 の分離溝 21 の溝幅は 60 μm とし、溝と溝との間隔を 8.88 mm とした。次に、加工により生じた微粉などを洗浄除去した後、ガラス基板 2 をプラズマ CVD 製膜装置に搬入し、厚さ約 300 nm のアモルファスシリコンからなる光電変換膜を半導体層 4 として製膜した。CVD 装置からガラス基板 2 を搬出した後、半導体層 4 にガラス基板 2 側から YAG 第二高調波レーザ光を照射して接続溝 23 を形成した。接続溝 23 の溝幅は 80 μm とし、隣接する接続溝 23 と第 1 の分離溝 21 との中心線間距離を 170 μm とした。

25 次に、第 2 電極層 5 として、厚さ約 80 nm の ZnO 膜と厚さ約 300 nm の Ag 膜をこの順でスパッタ法で半導体層 4 上に製膜した。さらに、第 2 電極層 5 にガラス基板 2 側から YAG 第二高調波レーザ光を照射して短冊状に分割

し第2の分離溝22を形成した。第2の分離溝22の溝幅は $80\mu\text{m}$ とし、隣接する第2の分離溝22と接続溝23との中心線間距離を $170\mu\text{m}$ とした。セル領域と接続領域9とをガラス基板2周囲から絶縁するために、ガラス基板2の周辺に沿ってYAGレーザ光を照射して、 SnO_2 膜3、アモルファスシリコン光電変換膜4、及び第2電極層5を除去した。以上のようにして、89.2mmの長さの光電変換セル10が100個直列接続した集積型薄膜太陽電池11を得た。

次に、ガラス基板2側からYAG第二高調波レーザ光を照射して、集積方向12に平行で88.8mmの長さの孤立した透光性開口穴8が直線上に配置された開口部18を、1mm間隔で891本集積型薄膜太陽電池11上に配置した。

さらに、電力取り出し用の電極として半田メッキ銅箔を複数の点状に予めガラス基板2上に形成した非鉛半田を介して光電変換セル10付近に配することで、ガラス基板2に一対の電極を設けた。この後、隣り合う光電変換セル10の第2電極層5の間に電圧を印加して逆バイアス処理を行った。

最後に、EVA6と、厚み3mmのガラス板7とを、第2電極層5上に順に重ね合わせた状態で真空ラミネーション装置を用い加熱真空封止を行なった。

作製した透光性薄膜太陽電池モジュール1について、光源としてキセノンランプおよびハロゲンランプを用い、AM1.5 (100mW/cm^2) のスペクトル及び光量の光を照射し、 25°C で光電変換特性を測定した。

20 (実施例1)

実施例1では、孤立した透光性開口穴8が直線上に配置された開口部18の形成を、集積型薄膜太陽電池11にガラス基板2側から、Qスイッチ周波数1kHz、加工点パワー0.30W、走査速度200mm/sの条件のレーザ光を照射することにより行った。

得られた透光性開口穴8の直径81は平均で $170\mu\text{m}$ であり、透光性開口穴8の中心点間距離82は $200\mu\text{m}$ 、その間に存在する非加工の不透明部分の長さは平均で $30\mu\text{m}$ であった。その結果、開口率が11.3%の透光性薄

膜太陽電池モジュール1が得られ、その光電変換特性は各々、開放電圧88.8V、短絡電流1.008A、フィルファクタ0.609、最大出力54.5Wであった。

実施例1の透光性薄膜太陽電池モジュール1に対して、市販の室内型プロジェクターを用いて、2mの距離から映像を投影したところ、透光投影画像は30cmの位置から連続的に観察され、解像性および輝度とも十分であった。
5

(実施例2)

実施例2では、孤立した透光性開口穴8が直線上に配置された開口部18の形成を、集積型薄膜太陽電池11にガラス基板2側から、Qスイッチ周波数10kHz、加工点パワー0.30W、走査速度300mm/sの条件のレーザ光を照射することにより行った。

得られた透光性開口穴8の直径81は平均で170μmであり、透光性開口穴8の中心点間距離82は300μm、その間に存在する非加工の不透明部分の長さは平均で130μmであった。その結果、開口率7.5%の透光性薄膜太陽電池モジュール1が得られ、その光電変換特性は各々、開放電圧89.8V、短絡電流1.050A、フィルファクタ0.612、最大出力57.7Wであった。
15

実施例2の透光性薄膜太陽電池モジュール1に対して、市販の室内型プロジェクターを用いて、2mの距離から映像を投影したところ、透光投影画像は5mの位置から連続的に観察され、解像性および輝度とも十分であった。
20

(実施例3)

実施例3では、孤立した透光性開口穴8が直線上に配置された開口部18の形成を、集積型薄膜太陽電池11にガラス基板2側から、Qスイッチ周波数1kHz、加工点パワー0.10W、走査速度100mm/sの条件のレーザ光を照射することにより行った。
25

得られた透光性開口穴8の直径81は平均で80μmであり、透光性開口穴8の中心点間距離82は100μm、その間に存在する非加工の不透明部分の

長さは平均で $20 \mu\text{m}$ であった。その結果、開口率 5.0% の透光性薄膜太陽電池モジュール 1 が得られ、その光電変換特性は各々、開放電圧 89.5V、短絡電流 1.062A、フィルファクタ 0.623、最大出力 59.2W であった。

5 実施例 3 の透光性薄膜太陽電池モジュール 1 に対して、市販の室内型プロジェクターを用いて、2m の距離から映像を投影したところ、透光投影画像は 30 cm の位置から連続的に観察され、解像性および輝度とも十分であった。

(比較例 1)

比較例 1 では、孤立した透光性開口穴 8 が直線上に配置された開口部 18 の形成を、集積型薄膜太陽電池 11 にガラス基板 2 側から、Qスイッチ周波数 1 kHz、加工点パワー 0.30W、走査速度 400 mm/s の条件のレーザ光を照射することにより行った。

得られた透光性開口穴 8 の直径 81 は平均で $170 \mu\text{m}$ であり、透光性開口穴 8 の中心点間距離 82 は $400 \mu\text{m}$ 、その間に存在する非加工の不透明部分の長さは平均で $230 \mu\text{m}$ であった。その結果、開口率が 5.7% の透光性薄膜太陽電池モジュール 1 が得られ、その光電変換特性は各々、開放電圧 89.2V、短絡電流 1.072A、フィルファクタ 0.621、最大出力 59.4W であった。

比較例 1 の透光性薄膜太陽電池モジュール 1 に対して、市販の室内型プロジェクターを用いて、2m の距離から映像を投影したところ、透光投影画像とともに 5m の位置からでも不連続的に観察された。

(比較例 2)

比較例 2 では、孤立した透光性開口穴 8 が直線上に配置された開口部 18 の形成の代わりに、透光性開口穴 8 が直線上に連続して配置された開口溝 17 の形成を行った。具体的には、透光性開口穴 8 が直線上に連続して配置された開口溝 17 の形成を、集積型薄膜太陽電池 11 にガラス基板 2 側から、Qスイッチ周波数 1 kHz、加工点パワー 0.30W、走査速度 100 mm/s の条件

のレーザ光を照射することにより行った。これにより、透光性を有する開口溝 17 が 1 mm 間隔で 891 個配置された。

また、比較例 2 では逆バイアス処理を透光性開口穴 8 の形成前に行った。

得られた開口溝 17 の幅は平均で $170 \mu\text{m}$ であり、その結果、開口率が 1
5 7 % の透光性薄膜太陽電池モジュール 1 が得られ、その光電変換特性は各々、
開放電圧 87.9 V、短絡電流 0.975 A、フィルファクタ 0.590、最大出力 50.6 W であった。

以上のように、透光性薄膜太陽電池モジュール 1 に透光性の機能を付与する
形態としては、実施例 1、2、および 3 で示したように、孤立した透光性開口
10 穴 8 が直線上に配置された開口部 18 を透光性薄膜太陽電池モジュール 1 に設
けたものが優れた形態であり、比較例 1 に示したように、透光性開口穴 8 の中
心点間距離すなわち間隔が、透光性開口穴の直径の 2 倍より大きくなると、透
光性薄膜太陽電池モジュール 1 の透光性開口穴 8 が不連続に観察され、透光性
薄膜太陽電池モジュール 1 通して得られる背景やプロジェクターを用いた投影
15 した透過画像の外観が不鮮明となる。

また、比較例 2 のように透光性開口穴 8 を連続的に配置し開口溝 17 とした
形態よりも、レーザ光 12 の走査速度を増大することが可能である。例えば、
比較例 2 ではレーザ光 12 の走査速度を 100 mm/s としたが、実施例 1 で
は 200 mm/s で、2 倍の走査速度となっている。また、それに伴う開口率
20 の変化は 17 % から 11.3 % と、33 % 程度の低下に留まっている。すなわ
ち、例えば、実施例 1 の改良された形態として、孤立した透光性開口穴 8 が直
線上に配置された開口部 18 の透光性薄膜太陽電池モジュール 1 における個数
を増やし、比較例と同じ開口率を得られる設定にしても、十分な生産性が期待
できる。

25 さらに、比較例 2においては、透光性開口穴 8 が一直線上に連続して配置さ
れた開口溝 17 を配置した集積型薄膜太陽電池 21 であるため、第 2 電極層 4
が分割されているため、逆バイアス電圧の印加によって光電変換セル 10 中の

16

短絡欠陥部を十分に回復できず、想定されるパワー特性を十分に発揮できていないが、実施例 1、2 及び 3においては、逆バイアス処理が透光性開口穴 8 形成後に可能であり、比較例と比較して、開放電流およびフィルファクタが大きく、結果として大きな電変換効率が得られている。

5 産業上の利用可能性

以上のように、本発明によれば、高出力、高透光性で外観に優れた透光性薄膜太陽電池モジュールを提供することができ、また生産性よく製造することができる。

10

15

20

25

請求の範囲

1. 絶縁透光性基板の一主面上に順に積層された第1電極層、半導体層、および第2電極層を含む多層膜を含み、直列接続された複数の光電変換セルを含むセル領域を含み、前記セル領域に、少なくとも前記第2電極層が除去された複数の透光性開口穴を含む透光性薄膜太陽電池モジュールであって、前記透光性開口穴の直径が $30\text{ }\mu\text{m}$ ～ $500\text{ }\mu\text{m}$ の大きさであり、且つ 複数の前記透光性開口穴が、その直径の1.01倍から2倍の中心点間距離にて線上に配置されてなることを特徴とする透光性薄膜太陽電池モジュール。
2. 複数の前記透光性開口穴が、その直径の1.01倍から1.5倍の間隔にて直線上に配置されてなることを特徴とする請求項1に記載の透光性薄膜太陽電池モジュール。
3. 透光性開口穴の直径が、 $100\text{ }\mu\text{m}$ ～ $300\text{ }\mu\text{m}$ の大きさであることを特徴とする請求項1～2のいずれかに記載の透光性薄膜太陽電池モジュール。
4. セル領域に対する、前記透光性開口穴合計の、面積比率が5%～30%であることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の透光性薄膜太陽電池モジュール。
5. 透光性開口穴が、前記光電変換セルの直列接続方向と平行な線上に配置されてなることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の透光性薄膜太陽電池モジュール。
6. 透光性開口穴が、等間隔で互いに平行な直線上に配置されてなることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の透光性薄膜太陽電池モジュール7. 裏面封止材料が、フッ素系樹脂またはガラスであることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の透光性薄膜太陽電池モジュール。
8. 請求項1記載の透光性薄膜太陽電池モジュールの製造方法であって、透光性開口穴がレーザ光を前記多層膜に照射することにより形成され、隣接する直線上の透光性開口穴中心間隔が、絶縁透光性基板とレーザ光との相対走査速度とレーザ光のQスイッチ周波数とにより決定されることを特徴とする透光

18

性薄膜太陽電池モジュールの製造方法。

9. 請求項 1 記載の透光性薄膜太陽電池モジュールの製造方法であって、

前記透光性開口穴の形成後に、逆バイアス処理することを特徴とする透光性薄膜太陽電池モジュールの製造方法。

5

10

15

20

25

図1

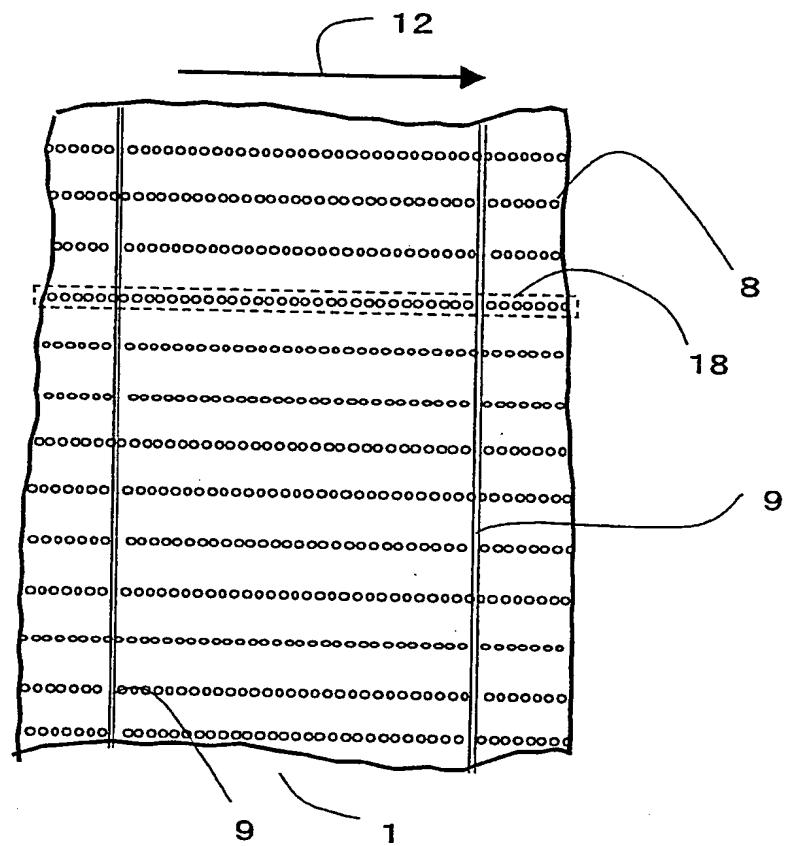


図2

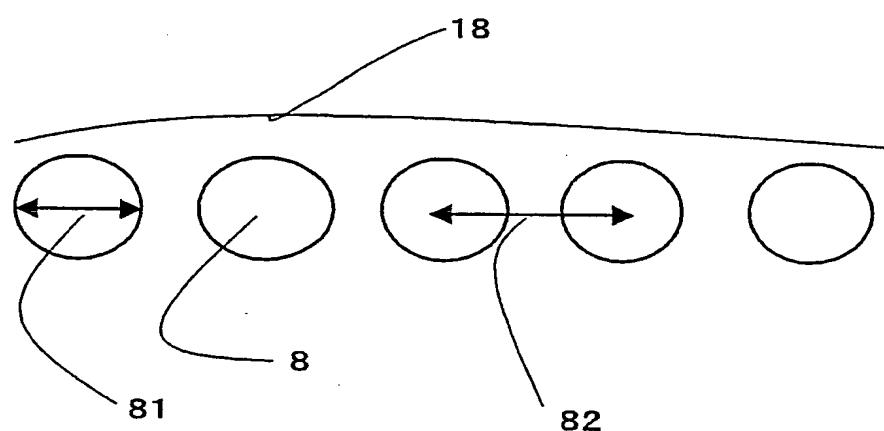
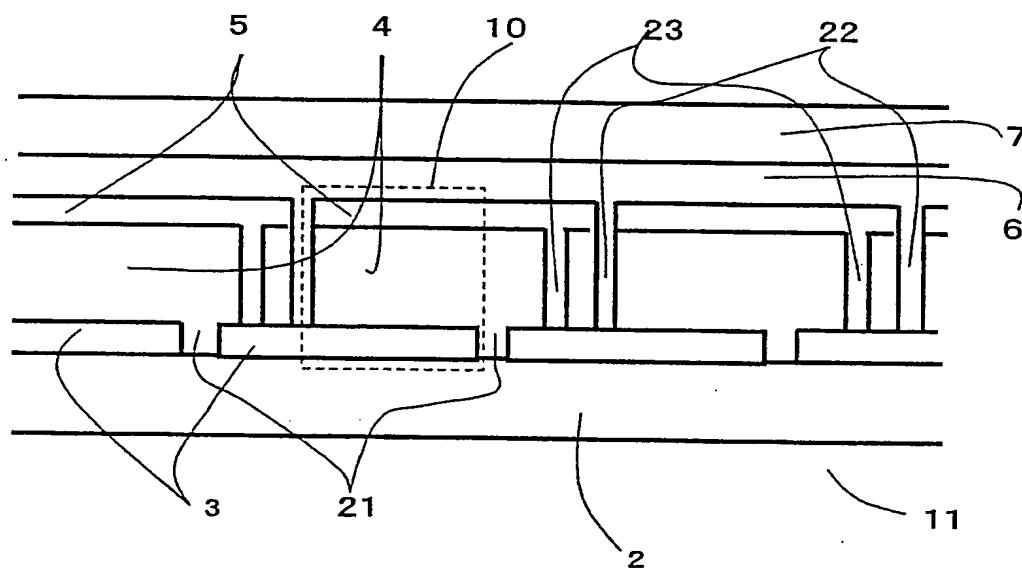


図3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/000009

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L31/042

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L31/04-31/078, H01L27/142

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched			
Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4532371 A (Hanak),	1-2, 5-6, 8.
Y	30 July, 1985 (30.07.85), & JP 60-117649 A & GB 8330578 A	3-4, 7, 9
Y	JP 2-260663 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 23 October, 1990 (23.10.90), (Family: none)	1-9
Y	JP 4-348570 A (Kaneka Corp.), 03 December, 1992 (03.12.92), (Family: none)	1-9
Y	JP 2-98975 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 11 April, 1990 (11.04.90), & CN 1036298 A & US 4981525 A	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
13 February, 2004 (13.02.04)

Date of mailing of the international search report
02 March, 2004 (02.03.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/000009

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4795500 A (Kishi), 03 January, 1989 (03.01.89), & JP 62-5671 A	1-9
Y	US 5254179 A (Ricaud), 19 October, 1993 (19.10.93), & EP 500451 A & FR 2673329 A & FR 2675633 A & ES 2134795 A & DE 69228079 C	1-9
Y	JP 61-259524 A (Kaneka Corp.), 17 November, 1986 (17.11.86), (Family: none)	1-9
Y	US 4292092 A (Hanak), 29 September, 1981 (29.09.81), & FR 2483686 A & GB 2077038 A & JP 57-12568 A & DE 3121350	9
Y	JP 2000-277775 A (Kaneka Corp.), 06 October, 2000 (06.10.00), & EP 1039553 A & AU 3684299 A & US 6228662 B	9
Y	JP 2001-53302 A (Kaneka Corp.), 23 February, 2001 (23.02.01), & EP 1052704 A & AU 2239800 A & US 63658225 B	9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. C17 H01L31/042

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. C17 H01L31/04-31/078, H01L27/142

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	US 4532371 A (Hanak)	1-2, 5-6, 8
Y	1985. 07. 30 & JP 60-117649 A & GB 8330578 A	3-4, 7, 9
Y	JP 2-260663 A (三洋電機株式会社) 1990. 10. 23 (ファミリーなし)	1-9
Y	JP 4-348570 A (鐘淵化学工業株式会社) 1992. 12. 03 (ファミリーなし)	1-9

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 13. 02. 2004	国際調査報告の発送日 02. 3. 2004
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 浜田 聖司 2K 9207 電話番号 03-3581-1101 内線 3253

C(続き)	関連すると認められる文献	関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
Y	JP 2-98975 A (三洋電機株式会社) 1990. 04. 11 (ファミリーなし) & CN 1036298 A & US 4981525 A	1-9
Y	US 4795500 A (Kishi) 1989. 01. 03 & JP 62-5671 A	1-9
Y	US 5254179 A (Ricaud) 1993. 10. 19 & EP 500451 A & FR 2673329 A & FR 2675633 A & ES 2134795 A & DE 69228079 C	1-9
Y	JP 61-259524 A (鐘淵化学工業株式会社) 1986. 11. 17 (ファミリーなし)	1-9
Y	US 4292092 (Hanak) 1981. 09. 29 & FR 2483686 A & GB 2077038 A & JP 57-12568 A & DE 3121350 A	9
Y	JP 2000-277775 A (鐘淵化学工業株式会社) 2000. 10. 06 & EP 1039553 A & AU 3684299 A & US 6228662 B	9
Y	JP 2001-53302 A (鐘淵化学工業株式会社) 2001. 02. 23 & EP 1052704 A & AU 2239800 A & US 63658225 B	9